

Molecular machines as an example to reduce complexity in human activities

Margarita Zamora Saá

Università Degli Studi di Roma, "La Sapienza", margarita.zamora@uniroma1.it

Julio Méndez Vázquez

Universidad de Santiago de Chile, julio.mendez@usach.cl

Abstract Facing so much redundancy with the very presence of elements that are more, this work is a thoughtful invitation to simplify human activity systems. This invitation gives by example the existing of molecular machines within living beings, all characterized by an irreducible complexity. If these machines are able to operate efficiently without adding more components; it expects that a human organization could function without excess elements.

Keywords: irreducible complexity, molecular machines, human organization, efficiency

1.- Problema

Mientras la Biónica iniciaba su lento pero constante desarrollo desde la década de los 70' principalmente en la medicina a través de tecnología de prótesis, popularizándose en forma paralela a través de series de TV donde destacaba *The Bionic Woman* y *The Six Million Dollar Man*, los biólogos comenzaban a constatar la existencia de máquinas naturales al interior de las células. No se trata de analogías ni metáforas; sino de máquinas tal como éstas se conciben en ámbitos tecnológicos.

Son microscópicos arreglos moleculares que realizan trabajo mecánico donde el flagelo de la bacteria destaca con todos los componentes esenciales que se encuentran en cualquier motor tales como eje y estator con capacidad de girar en ambos sentidos a cientos de revoluciones por segundo [1]. En un principio los creacionistas creyeron encontrar el argumento que sostenía la Intervención Divina, mientras que los evolucionistas se asombraban con la perfección de sus acoplamientos. En efecto, tal como lo afirma Cañete respecto a uno de estos

organelos: "Ciertamente este motor de diminutas dimensiones que permite el desplazamiento de la bacteria en medios acuosos, no sólo asombra por la armonía con que se ensamblan sus componentes; sino por su temprana aparición en la evolución" [2].

Sin embargo, otra cualidad destaca en estas máquinas moleculares en cuanto a que cualquier retiro o falla de algunos de sus componentes, provoca una alteración funcional que impide el desempeño de esta creación natural. Dicha cualidad se denomina Complejidad Irreducible y sin perjuicio de los argumentos creacionistas [3], contrasta con varias obras humanas que consideran en ellas componentes perfectamente imprescindibles.

En efecto, los seres humanos enfrentados ante la omnipresencia de escasez de energía y tiempo para realizar sus actividades, no pueden darse el lujo de agregar a sus creaciones más complejidad que la justamente necesaria.

Para reducir o evitar dicha complejidad, primero se necesita la convicción de hacerlo y al respecto se asume que las máquinas moleculares son un buen

ejemplo que contribuye a lograr dicha convicción. Sin embargo, estas creaciones naturales están ausentes en la bibliografía de las ciencias de la administración, no siendo por tanto el ejemplo paradigmático que podrían serlo.

2.- Objetivos

Puesto que la Biónica como tecnología tiene el propósito de emular fenómenos biológicos en sistemas artificiales, la constatación de la Complejidad Irreducible a nivel celular constituye una invitación a simplificar la complejidad que el Hombre como efecto colateral indeseado genera en sus artefactos, organizaciones y otras de sus creaciones

En tal sentido, el presente artículo más que realizar una comparación entre los niveles de complejidad en las máquinas creadas naturalmente y las máquinas creadas por los seres humanos; pretende mostrar estímulos para que estas últimas alcancen la eficiencia deseada prescindiendo de componentes indeseados.

3.- Estado del Arte

De las máquinas moleculares que operan en células, destaca los flagelos bacterianos por su armonía y eficiencia como órgano locomotor.

Los flagelos están compuestos por una veintena de proteínas, con aproximadamente otras 30 proteínas para su regulación y coordinación. El filamento es un tubo hueco helicoidal de 20 nm de espesor. Dicho filamento tiene una curva justo a la salida de la membrana externa; que como "codo" permite convertir el movimiento giratorio del eje en helicoidal. Un eje se extiende entre el codo y el cuerpo basal, pasando por varios anillos de proteínas en la membrana de la célula que actúan como cojinetes.

El flagelo bacteriano está impulsado por un motor rotativo compuesto por proteínas localizado en la sección de anclaje del flagelo en la membrana plasmática. El motor es impulsado por la fuerza motriz de una "bomba" de protones. Este bombeo se produce debido al gradiente de concentración creado por el metabolismo de la célula. El rotor puede girar a 6000-17000 rpm, pero el filamento por lo general sólo alcanza 200-1000 rpm [4].

Los flagelos pueden variar la velocidad de su giro dependiendo de la velocidad del flujo de protones. Así las bacterias pueden alcanzar velocidades en medios acuosos de hasta 60 longitudes de célula/segundo. Aunque esto representa sólo 0,00017 km/h, al comparar esta velocidad con la de organismos superiores en términos de cantidad de longitudes del cuerpo unidad de tiempo, es extremadamente rápido. En efecto, el marlin negro, el más rápido de los peces, nada a una velocidad máxima de alrededor de 130 km/h, pero esto representa sólo alrededor de 8 longitudes de cuerpo/segundo. Por tanto, considerando el tamaño en términos relativos en medios acuosos, las células procarióticas provistas de flagelos son extremadamente rápidas.

Al examinar en detalle este flagelo que le permite a la bacteria un gran desempeño, se constata que estas cualidades se pierden al retirar cualquier componente, mientras que las simulaciones indican que no mejora sensiblemente su performance si se agregan más elementos.

Tal como se anticipó, este fenómeno es conocido como Complejidad Irreducible, término acuñado por el bioquímico Michael Behe, (*Irreducible Complexity*). Este científico lo define como "un sistema compuesto de varias partes que interactúan en conjunto para contribuir a su función básica, tal que la remoción de una parte cualquiera causa la ineficacia de todo el mecanismo"

4.- Método

El objetivo general de exponer la Complejidad Irreducible se alcanza a través de una revisión bibliográfica.

5.- Resultados

Tal como se muestra en la Figura 1 que corresponde a una representación por cuanto tal organelo es visible sólo a través del microscopio electrónico, el flagelo bacteriano es en estricto rigor un motor. Sin embargo, este no es la única máquina molecular que tienen la “complejidad justa”, existiendo al menos otras diez nanomáquinas en el mundo vivo [5].

Si se busca la simplicidad [6], es el motor rotacional más simple (y más eficiente) del universo.



Figura 1: Representación del flagelo bacteriano

6.- Conclusiones generales

¿Si la naturaleza sin intención predeterminada creó cosas con la mínima complejidad, por qué el Hombre no puede hacer lo propio?. Considerando que sin conocer las máquinas moleculares, ya en la Edad Media el filósofo Occam había propuesto la urgencia de no complejizar los asuntos más allá de lo estrictamente necesario, la respuesta a esta pregunta no está completamente finalizada.

En efecto, al comparar la complejidad de varias creaciones naturales con las creaciones artificiales, se nota un contraste. Y a este respecto las primeras pueden ser un aliciente para frenar la creciente complejidad que se nota en el aparato administrativo donde en Chile la creación de nuevas regiones administrativas y nuevas divisiones ministeriales parece ser la solución para alcanzar un mejor rendimiento.

Ciertamente las ciencias de la administración dentro de sus propuestas no manifiestan la urgencia de Occam en cuanto a simplificar los sistemas. Este trabajo si lo pretende.

Referencias

[1] R. Dawkins, "Why don't animals have wheels ?". Sunday Times. Archived from the original on February 21, 2007.

[2] Lucio Cañete, "El flagelo bacteriano: una "manufactura inteligente" a medias", XV Jornadas Rolando Chuaqui Kettlun. 2014

[3] M. Behe, "Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution", 2006, Free Press.

[4] T Atsumi, L. McCarter y Y. Imae, «Polar and lateral flagellar motors of marine Vibrio are driven by different ion-motive forces». Nature 355: páginas 182–4, 1992.

[5] R. Ballardini, V. Balzani V, A. Credi, M.T. Gandolfi MT y M. Venturi, «Artificial Molecular-Level Machines: Which Energy To Make Them Work?». Acc. Chem. Res. 34 (6): páginas. 445–455. 2011,

[6] A. Baker, "Simplicity". Stanford Encyclopedia of Philosophy. California: Stanford University, 2010.

Paper Info

Fecha de recepción: Octubre 2014

Fecha de aceptación: Octubre 2014

Cantidad de revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 1.

Total de observaciones: 4.

Índice de Novedad: 0,85.

Índice de Utilidad: 0,60.